

Е.П. КОТИК, А.Г. КАЛМЫКОВА

(Актюбинский государственный университет им.К.Жубанова, Ақтөбе, Қазақстан)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕЛЕОБРАЗУЮЩИХ КОМПОЗИЦИЙ ПРИ ОГРАНИЧЕНИИ ВОДОПРИТОКОВ В НЕФТЯНЫХ СКВАЖИНАХ

Аннотация

Дано описание восстановления герметичности заколонного пространства скважин при их капитальном ремонте с использованием новых герметизирующих гелеобразующих составов, дано теоретическое обоснование требований к свойствам и составу гелеобразующих составов на основании исследований возможности получения упрочняющего гелеобразующего состава из алюмосиликатсодержащих шлаков (отходов металлургических производств).

Ключевые слова: свойства, состав, гель, нефтяные скважины.

Кілт сөздер: қасиеттер, құрам, гель, мұнай ұңғылары.

Keywords: properties, structure, gel, oil wells.

Успешное решение задачи по обеспечению добычи углеводородного сырья связано с необходимостью повышения эффективного использования фонда скважин и реализации методов увеличения нефтеотдачи, оказывающих минимальные переменные нагрузки (механические и гидравлические) на крепь скважин.

Потеря герметичности зацементированного заколонного пространства приводит к межколонным давлениям, преждевременному обводнению добываемой нефти или перетоку жидкости, закачиваемой в пласты для поддержания пластового давления, в пресноводные или неэксплуатируемые горизонты, что значительно осложняет и удорожает процесс эксплуатации месторождений. Восстановление герметичности крепи скважин часто связано с повторным цементированием и водоизоляцией, и поэтому данные виды работ занимают значительную долю в общем объеме ремонтно-восстановительных работ.

По проблеме восстановления герметичности заколонного пространства скважины выполнено много теоретических и промысловых исследований, в результате которых предложены и успешно применяются методы повторного цементирования, исправления некачественного цементного кольца, а также различные тампонажные материалы для их осуществления. Несмотря на несомненные достижения, ныне существующие пути

решения рассматриваемой проблемы не полностью удовлетворяют требованиям ремонтно - восстановительных работ.

В последние годы одним из наиболее перспективных направлений при ограничении водопритоков в нефтяных скважинах стало использование гелеобразующих композиций, обладающих целым рядом преимуществ перед традиционными тампонирующими материалами. Мы полагаем, что достоинства гелеобразующих водоизолирующих композиций возможно использовать для восстановления герметичности заколонного пространства, в том числе герметичности цементного кольца. Следовательно, актуальной является разработка герметизирующих гелеобразующих составов, обладающих высокой проникающей способностью в негерметичное заколонное пространство с образованием надежного изоляционного барьера. Исходными реагентами для герметизирующих композиций могут являться как органические, так и неорганические соединения. Их выбор определяется технологической и экономической эффективностью.

В общем случае причины негерметичности заколонного пространства можно разделить на первичные, связанные с некачественным креплением скважины, и вторичные, связанные с технологическими операциями в скважине при их эксплуатации и ремонте (гидравлические и термические воздействия, куммулятивная перфорация, соляно-кислотная обработка, гидроразрыв пласта, глушение, закачка технологических жидкостей, установка цементных мостов с последующим разбуриванием, ловильные работы, спуск и подъем НКТ, коррозионное разрушение цементного камня и др.). Все это приводит к ослаблению связи цементного камня с ограничивающими поверхностями и в определенных случаях к образованию зазора.

При существующей технологии цементирования и применяемых тампонажных материалах можно даже говорить о некоторой неизбежности образования каналов между цементным камнем и обсадными трубами или цементным камнем и горными породами и последующей миграции флюидов по ним.

В зависимости от величины приемистости, расстояния между интервалом перфорации и источником перетока, направления перетока и величины планируемой депрессии на продуктивный пласт, восстановление герметичности заколонного пространства может проводиться закачкой изоляционных составов через существующий интервал перфорации продуктивного пласта или через специальные отверстия, реже - через нарушение (дефект) эксплуатационной колонны.

К настоящему времени разработано множество изоляционных составов для восстановления герметичности заколонного пространства скважины, анализ и результаты применения которых показали, что большинство из них имеют определенный набор необходимых и важных свойств, однако составы, обладающие комплексом необходимых качеств, практически отсутствуют.

Основными недостатками большинства тампонирующих материалов являются их низкая проникающая способность, токсичность, высокая стоимость, низкая седиментационная устойчивость, взрыво- и пожароопасность, большая чувствительность к окружающей температуре и колебаниям в соотношениях компонентов, свойства которых при хранении меняются.

Для обеспечения необходимых условий эксплуатации скважины требуется разработка более эффективных герметизирующих составов, позволяющих качественно восстановить герметичность заколонного пространства.

Как правило, надежное восстановление герметичности заколонного пространства обеспечивают составы, глубоко проникающие в негерметичность крепи скважины и обладающие максимальным значением прочности после гелеобразования, и, следовательно, высоким сопротивлением давлению гидропрорыва. Причем гелеобразующие составы для максимально глубокого проникновения в зону негерметичности на стадии закачки должны иметь минимальную (близкую к воде) вязкость.

Для обоснования необходимой вязкости гелеобразующих составов и их прочности после образования геля были проведены оценочные расчеты. При этом рассчитывался перепад давления при закачке композиции вязкостью 1,2 - 2,5 мПа·с, расходом $0,03 \cdot 10^{-6}$ м³/с, через образец с поперечным сечением $0,615 \cdot 10^{-3}$ м², длиной 1 м и коэффициентом проницаемости 0,05 - 0,5 мкм². На основе полученных результатов был вычислен градиент давления прорыва воды (гидропрорыва) через образец, насыщенный гелеобразующей композицией, при прочности геля 10 - 30 Па. Расчеты показали, что гелеобразующие составы на неорганической основе способны проникать в проницаемые зоны на заданную глубину при давлениях закачки от 0,11 до 2,30 МПа. Образовавшийся в проницаемых зонах гель, в зависимости от вязкости, прочности и коэффициента проницаемости породы, препятствует прорыву воды при градиентах давлений от 3 до 27 МПа/м.

Поскольку на контакте цементного камня с обсадной колонной более вероятно образование щелевых каналов, по такой же методике была оценена изолирующая способность гелеобразующих составов для данного вида негерметичности крепи. Показано, что композиция, закачанная в щелевые каналы размером 0,05 - 0,20 мм и перешедшая в гель прочностью 10 - 30 Па, выдерживает градиент давления соответственно 0,1 - 1,2 МПа/м. Полученные значения соответствуют реально существующим перепадам давлений между пластами в добывающих нефтяных скважинах и свидетельствуют о возможности применения герметизирующих гелеобразующих композиций для восстановления герметичности заколонного пространства, нарушенного при проведении работ внутри обсадной колонны.

Анализ литературных публикаций, научно-исследовательских работ и результатов применения тампонирующих растворов при ремонтно-изоляционных работах позволяет обобщить требования к герметизирующим составам, которые сформулированы ниже:

- начальная вязкость не более 2,5 мПа·с;
- сохранение начальной вязкости не менее 4 часов;
- регулируемое время гелеобразования при температурах 20- 200 °С;
- глубина проникновения раствора не менее 2 м;
- прочность после гелеобразования не менее 15 Па;

- гомогенность и отвердевание по всему объему;
- безусадочность и высокие адгезионные свойства;
- выдерживание градиента давления не менее 5 МПа/м;
- сохранение естественной проницаемости нефтенасыщенных пород;
- сохранение окружающей среды;
- низкая коррозионная активность по отношению к цементному камню и обсадным трубам;
- простота, удобство в приготовлении;
- низкая стоимость и недефицитность материалов;
- экологическая безопасность применяемых материалов.

В наибольшей степени указанным требованиям отвечают композиции на основе неорганических отходов промышленности.

Объектом исследования в работе был выбран отход металлургического производства - феррохромовый саморассыпающийся шлак (СРШ). Для примера приведем химический состав саморассыпающегося шлака Актюбинского ферросплавного завода.

Саморассыпающийся шлак представляет собой дисперсный порошок с удельной поверхностью около 200 м²/кг. Он является многотоннажным отходом промышленности, имеющим 4 класс опасности. При этом в результате химической реакции между СРШ и соляной кислотой происходит образование коллоидных частиц кремнезема и гидроксида алюминия.

При относительно низкой концентрации СРШ за счет полимеризации кремневой кислоты в растворе образуется гель, а алюминий присутствует в виде растворимой соли и в гелеобразовании не участвует. Но при повышении концентрации СРШ в растворе происходит коагуляция гидроксида алюминия ввиду его амфотерности, а полимеризация монокремневой кислоты идет более продолжительно и не успевает завершиться из-за быстрого расхода соляной кислоты.

Таким образом, при использовании СРШ и соляной кислоты гелеобразование протекает в три стадии: а) полимеризация мономера с образованием коллоидных частиц; б) рост коллоидных частиц; в) связывание коллоидных частиц сначала в разветвленные цепочки, затем в сетки, распространяющиеся на всю жидкую среду и уплотняющие ее в гель.

Поскольку скорость гелеобразования композиции зависит от удельной поверхности СРШ, были рассмотрены способы ее увеличения. После анализа существующих технологических приемов повышения удельной поверхности дисперсных материалов и применяемых помольно-смесительных агрегатов был сделан вывод о перспективности дезинтеграторной технологии. Основанием для данного заключения являются и результаты работ проф. Каримова Н.Х. и других авторов, показавших, что при

дезинтеграторной обработке твердых веществ одновременно с увеличением удельной поверхности обрабатываемых материалов происходит их активация. Все это должно привести не только к повышению растворимости СРШ, но и к значительному повышению прочности получаемого геля, благодаря открытию дополнительных активных связей (центров), участвующих в формировании прочных коллоидных растворов.

Для повышения прочности получаемого геля и регулирования водородного показателя рН в раствор добавлялся оксид кальция. Его введение, повышая водородный показатель композиции, способствует образованию дополнительных межмолекулярных связей и повышает прочность получаемого геля. Такие изменения связаны с образованием “сшитых” через катионы щелочно-земельных металлов термостабильных объемных структурированных гелей.

Основные выводы: установлена возможность получения гелеобразующих составов с необходимыми свойствами на основе дешевых, малотоксичных, неорганических порошкообразных материалов, являющихся отходами металлургической промышленности.

ЛИТЕРАТУРА

1 Саид И.А. Исследование негерметичности цементного кольца// Проблемы нефти и газа: Тез. докл. III конгресса нефтегазопромышленников России.- Уфа: Реактив. 2001. 92-93с.

2 Агзамов Ф.А., Саид И.А., Таханов Б., Аль - Самави А.С. Требования к гелеобразующим составам для капитального ремонта скважин // Проблемы развития топливно-энергетического комплекса Западной Сибири на современном этапе: Тез. докл. науч.-техн. конф. Тюмень: Вектор Бук, 2001.28-29с.

3 Агзамов Ф.А., Саид И.А., Таханов Б., Аль-Самави А.С. Обоснование параметров гелеобразующих составов в зависимости от размера изолируемых каналов // Проблемы развития топливно-энергетического комплекса Западной Сибири на современном этапе: Тез. докл. науч.-техн. конф. – Тюмень: Вектор Бук, 2001.- 26-27с.

4 Агзамов Ф.А., Саид И.А., Аль-Самави А.С. Гелеобразующие составы для восстановления герметичности заколонного пространства// Проблемы геологии и освоения недр: VI Международного симпозиума студентов, аспирантов и молодых ученых им. акад. М.А. Усова. - Томск: НТЛ, 2002.364-365с.

5 Агзамов Ф.А., Каримов Н.Х., Саид И.А., Аль-Самави А.С. Экспериментальная оценка герметизирующей способности гелеобразующих композиций// Минерально-сырьевая база республики Башкортостан: Реальность и перспективы: Науч.-практич. конф. -Уфа, 2002. 28-30с.

REFERENCES

1 Said I.A. Issledovanie negermetichnosti cementnogo kol'ca// Problemy nefti i gaza: Tez. dokl. III kongressa neftegazopromyshlennikov Rossii.- Ufa: Reaktiv. 2001. 92-93c.

2 Agzamov F.A., Said I.A., Tahanov B., Al' - Samavi A.S. Trebovaniya k geleobrazujushhim sostavam dlja kapital'nogo remonta skvazhin // Problemy razvitija toplivno-jenergeticheskogo kompleksa Zapadnoj Sibiri na sovremennom jetape: Tez. dokl. nauch.-tehn. konf. Tjumen': Vektor Buk, 2001. 28-29c.

3 Agzamov F.A., Said I.A., Tahanov B., Al'-Samavi A.S. Obosnovanie parametrov geleobrazujushhih sostavov v zavisimosti ot razmera izoliruemyh kanalov // Problemy razvitija toplivno-jenergeticheskogo kompleksa Zapadnoj Sibiri na sovremennom jetape: Tez. dokl. nauch.-tehn. konf. – Tjumen': Vektor Buk, 2001. - 26-27c.

4 Agzamov F.A., Said I.A., Al'-Samavi A.S. Geleobrazujushhie sostavy dlja vosstanovlenija germetichnosti zakolonnogo prostranstva// Problemy geologii i osvoenija nedr: VI Mezhdunarodnogo simpoziuma studentov, aspirantov i molodyh uchenyh im. akad. M.A. Usova. - Tomsk: NTL, 2002. 364-365c.

5 Agzamov F.A., Karimov N.H., Said I.A., Al'-Samavi A.S. Jeksperimental'naja ocenka germetizirujushhej sposobnosti geleobrazujushhih kompozicij// Mineral'no-syr'evaja baza respubliky Bashkortostan: Real'nost' i perspektivy: Nauch.-praktich. konf. -Ufa, 2002. 28-30c.

Резюме

Е.П. Котик, А.Г. Калмыкова

(Қ. Жұбанов атындағы Ақтөбе мемлекеттік университеті, Ақтөбе қ.)

МҰНАЙ ҰҢҒЫЛАРЫНДА СУ АҒЫСЫН ШЕКТЕУ ҮШІН ГЕЛТӘРІЗДІ КОМПОЗИЦИЯЛАРДЫ ПАЙДАЛАНУ

Жұмыста толық жөндеу кезінде жаңа герметикалық гелтәрізді құрамды қоспаларды пайдаланып ұңғының колоннадан кейінгі кеңістігін саңылаусыздандыруды қайта қалпына келтіру қарастырылған, алюмосиликатты шлактардан дайындалған мықтылығы жоғары

гелтәрізді қоспаны алу әдістемесін зерттеуде оның қасиеті мен құрамына қойылатын талаптар теориялық негізде берілді.

Кілт сөздер: қасиеттер, құрам, гель, мұнай ұңғылары.

Summary

E.P.Kotik, A.G.Kalmikova

(The Aktyubinsk state university of K.Zhubanov, Aktyubinsk, Kazakhstan)

THE USE OF GELLING COMPOSITION AT REDUCING WATER STEAMS IN OIL WELLS

The article describes the recovery of containment annulus of wells at their overhaul with new sealing gel-forming compounds, and gives theoretical justification of the requirements to the properties and composition of the gel-forming compositions based on research of opportunities for the getting reinforcing gel-forming composition from slag (smelter) comprising aluminum and silicate.

Keywords: properties, structure, gel, oil wells.

Поступила 27.07.2013 г.